

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

27.06.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 9 2 3 6 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 1 9 2 3 6 8]

出 願 人 オムロン株式会社
Applicant(s):

REC'D 15 AUG 2003

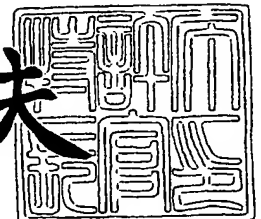
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 3 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 0 9 7 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00467

【提出日】 平成14年 7月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 植杉 智己

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 仲西 陽一

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 福田 一喜

【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1
番地

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代表者】 立石 義雄

【代理人】

【識別番号】 100094019

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町1丁目3番5号 オグラ天満橋ビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 雅房

【電話番号】 (06)6910-0034

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038508

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光スイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 合計で少なくとも 3 本の入力用光路及び出力用光路を備え、互いに光を伝送し合う入力用光路と出力用光路の組み合わせを変更することにより光路切り替えを行う光スイッチにおいて、

入力用光路及び出力用光路に対して相対的に移動可能となったミラー部材の正面を前記入力用光路及び前記出力用光路に対向させ、所定角度をなして互いに交わる一对の光反射面を形成された第 1 の領域と、隣接する光反射面どうしが所定角度をなして互いに交わる複数対の光反射面を形成された第 2 の領域とを、前記ミラー部材の正面にその移動方向に沿って配設したことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】 前記ミラー部材を移動させるためのアクチュエータを備えた、請求項 1 に記載の光スイッチ。

【請求項 3】 前記入力用光路及び前記出力用光路の、前記ミラー部材の正面と対向する部分を一体に構成したことを特徴とする、請求項 1 に記載の光スイッチ。

【請求項 4】 複数本の前記入力用光路のうち一部の入力用光路から出射された光は、前記第 1 の領域に設けられた光反射面で反射されることによって複数本の前記出力用光路のうち一部の出力用光路に入射させられ、他の入力用光路から出射された光は、前記第 1 の領域に設けられた光反射面で反射されることによって他の出力用光路に入射させられ、また、前記一部の入力用光路から出射された光は、前記第 2 の領域に設けられた光反射面で反射されることによって前記他の出力用光路に入射させられ、前記他の入力用光路から出射された光は、前記第 2 の領域に設けられた光反射面で反射されることによって前記一部の出力用光路に入射させられることを特徴とする、請求項 1 に記載の光スイッチ。

【請求項 5】 前記ミラー部材の正面のうち前記第 1 の領域又は前記第 2 の領域のうちいずれが前記入力用光路及び前記出力用光路に対向しているか、をモニタリングする手段を備えた、請求項 1 に記載の光スイッチ。

【請求項 6】 前記入力用光路から出射された光が、前記入力用光路から出射された後、第 1 の領域に設けられた光反射面で反射されて出力用光路に入射するまでの空間光路長と、前記入力用光路から出射された光が、前記入力用光路から出射された後、第 2 の領域に設けられた光反射面で反射されて出力用光路に入射するまでの空間光路長とが等しくなるようにしたことを特徴とする、請求項 1 に記載の光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力用光路（例えば、入力用光ファイバ）と出力用光路（例えば、出力用光ファイバ）との結合関係を切り換えるための光スイッチに関する。

【0002】

【背景技術】

光通信の分野においては、光ファイバ伝送路や光送受信端末装置などを切り換えるために光スイッチが用いられている。図 1（a）、（b）に示すものは、従来より提案されている 2×2 型光スイッチの主要部分の構造を説明する平面図及び断面図である。この光スイッチにあつては、平板状をしたスイッチ基板 2 に凹部 3 が設けられており、凹部 3 の内側面に 90 度の角度をなすようにして第 1 及び第 2 の光反射面 4、5 が形成されている。また、スイッチ基板 2 の底面には弾性を有する長尺の可撓性部材 6 が片持ち状に設けられており、可撓性部材 6 の先端にはキューブ状の可動反射部材 7 が固定されている。可動反射部材 7 は、第 1 及び第 2 の光反射面 4、5 によって構成された内隅部分に位置するように配置されており、可動反射部材 7 の隣接する 2 面には第 3 及び第 4 の光反射面 8、9 が形成されている。可撓性部材 6 は、図 1（b）に示すように、上下に屈曲するようになっており、第 1 及び第 2 の光反射面 4 の内隅部に位置していた可動反射部材 7 は、可撓性部材 6 が下方へ屈曲することによって第 1 及び第 2 の光反射面 4、5 よりも下方へ下降する。図示しないが、このスイッチ基板 2 の下方には、電磁石が設置されており、電磁石を励磁すると、可撓性部材 6 が下方へ吸着されて可動反射部材 7 が下方へ下がり、電磁石を消磁すると、可撓性部材 6 が上方へ復

帰して可動反射部材 7 が第 1 及び第 2 の光反射面 4、5 の前に戻る。

【0003】

図 2 (a)、(b) は上記光スイッチによる切替え動作を説明するための図である。この例では、第 1 の光反射面 4 に対向させて第 1 の入力用光ファイバ 10 を配置し、第 4 の光反射面 9 に対向させて第 2 の入力用光ファイバ 11 を配置し、第 3 の光反射面 8 に対向させて第 1 の出力用光ファイバ 12 を配置し、第 2 の光反射面 5 に対向させて第 2 の出力用光ファイバ 13 を配置している。

【0004】

しかして、可動反射部材 7 が上昇していて第 1 及び第 2 の光反射面 4、5 の前面に位置している場合には、図 2 (a) に示すように、第 1 の入力用光ファイバ 10 から出射された光 14 は、第 1 の光反射面 4 及び第 3 の光反射面 8 で反射された後に第 1 の出力用光ファイバ 12 に結合する。第 2 の入力用光ファイバ 11 から出射された光 15 は、第 4 の光反射面 9 及び第 2 の光反射面 5 で反射された後に第 2 の出力用光ファイバ 13 に結合する。

【0005】

また、可動反射部材 7 が下降していて第 1 及び第 2 の光反射面 4、5 の前面にない場合には、図 2 (b) に示すように、第 1 の入力用光ファイバ 10 から出射された光 14 は、第 1 の光反射面 4 及び第 2 の光反射面 5 で反射された後に第 2 の出力用光ファイバ 13 に結合する。第 2 の入力用光ファイバ 11 から出射された光 15 は、第 2 の光反射面 5 及び第 1 の光反射面 4 で反射された後に第 1 の出力用光ファイバ 12 に結合する。

【0006】

従って、このような光スイッチによれば、電磁石で可撓性部材 6 を駆動させて可動反射部材 7 を昇降させることにより、第 1 の入力用光ファイバ 10 及び第 2 の入力用光ファイバ 11 から出射された光の結合先を、第 1 の出力用光ファイバ 12 と第 2 の出力用光ファイバ 13 との間で切り換えることができる。

【0007】

しかし、このような構造の光スイッチでは、第 1 及び第 2 の光反射面 4、5 と第 3 及び第 4 の光反射面 8、9 とが互いに別個の部材（スイッチ基板 2 の凹部内

側面と可動反射部材 7) に設けられているので、光スイッチの組立て工程や、光スイッチと光ファイバとの結合作業時において、各光反射面と光ファイバとの位置合わせが非常に煩雑になり、作業が困難であった。

【0008】

具体的に説明すると、以下のとおりである。まず、可撓性部材 6 に可動反射部材 7 を取付ける前の状態において、第 1 及び第 2 の入力用光ファイバ 10、11 と第 1 及び第 2 の出力用光ファイバ 12、13 を平行に配置した後、図 2 (b) のように、第 1 の出力用光ファイバ 12 に第 2 の入力用光ファイバ 11 から出射された光 15 が入射し、第 2 の出力用光ファイバ 13 に第 1 の入力用光ファイバ 10 から出射された光 14 が入射するように、4 本の光ファイバ 10～13 の位置を入出射の組み合わせ毎に調芯し、その調芯後の状態で各光ファイバ 10～13 を接着剤等で固めて固定する。ついで、第 2 の入力用光ファイバ 11 及び第 1 の出力用光ファイバ 12 の前方に可動反射部材 7 を配置し、可動反射部材 7 を動かしてその位置及び角度を調整する。図 2 (a) に示すように、第 1 の出力用光ファイバ 12 に第 1 の入力用光ファイバ 10 から出射された光 14 が入射し、第 2 の出力用光ファイバ 13 に第 2 の入力用光ファイバ 11 から出射された光 15 が入射するよう、各光ファイバ 10～13 に対して可動反射部材 7 の位置及び角度が調整されたら、その状態で可動反射部材 7 を可撓性部材 6 の先端部上面に接着剤等で固定する。

【0009】

ところが、可動反射部材 7 を可撓性部材 6 に取り付ける前の状態で各光ファイバ 10～13 を調芯した後、各光ファイバ 10～13 は固定されているので、続けて可動反射部材 7 を光ファイバ 11、12 の前方において可動反射部材 7 の位置及び角度を調整しようとしても、光ファイバ 10～13 の位置関係は変えることができないので、高精度で可動反射部材 7 の位置及び角度を調整することはできない。また、第 1 の光反射面 4 及び第 2 の光反射面 5 の位置にバラツキがあると、光反射面 4、5 を基準にして位置決めされた光ファイバ 10～13 の位置にもバラツキが生じるので、可動反射部材 7 の位置や角度の調整が余計困難になる。そのため、このような構造の光スイッチでは、可動反射部材 7 を取付ける前と

後とで、各光ファイバ10～13の位置と可動反射部材7の位置及び角度を試行錯誤的に調整しなければならず、このことが光スイッチの組立てを困難にしていた。

【0010】

【発明の開示】

本発明は上記のような従来例の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、入力用光路や出力用光路と光反射面との軸芯合わせを簡単に行えるようにすることにある。

【0011】

本発明の請求項1にかかる光スイッチは、合計で少なくとも3本の入力用光路及び出力用光路を備え、互いに光を伝送し合う入力用光路と出力用光路の組み合わせを変更することにより光路切り替えを行う光スイッチにおいて、入力用光路及び出力用光路に対して相対的に移動可能となったミラー部材の正面を前記入力用光路及び前記出力用光路に対向させ、所定角度をなして互いに交わる一対の光反射面を形成された第1の領域と、隣接する光反射面どうしが所定角度をなして互いに交わる複数対の光反射面を形成された第2の領域とを、前記ミラー部材の正面にその移動方向に沿って配設したことを特徴としている。ここで、入力用光路とは、光を透過伝搬させて空間へ光を出射する光伝送媒体であって、例えば光ファイバや光導波路等によって構成されている。出力用光路とは、空間から入射した光を透過伝搬させる光伝送媒体であって、例えば光ファイバや光導波路等によって構成されている。

【0012】

本発明の請求項1にかかる光スイッチによれば、例えば入力用光路と出力用光路とがいずれも複数本である場合には、請求項4に記載しているように、一部の入力用光路から出射された光は、第1の領域に設けられた光反射面で反射されることによって一部の出力用光路に入射させられ、他の入力用光路から出射された光は、第1の領域に設けられた光反射面で反射されることによって他の出力用光路に入射させられ、また、前記一部の入力用光路から出射された光は、第2の領域に設けられた光反射面で反射されることによって前記他の出力用光路に入射さ

せられ、前記他の入力用光路から出射された光は、第2の領域に設けられた光反射面で反射されることによって前記一部の出力用光路に入射させられるように構成することができるので、ミラー部材を相対的に移動させて光を反射させる領域を第1の領域と第2の領域とで切り替えることにより、入力用光路と出力用光路との結合関係を切り替えることができる。(なお、この請求項4の記載は、請求項1の光スイッチにおいて、入力用光路又は出力用光路のいずれか一方が1本である場合や、入力用光路と出力用光路の本数が等しくない場合を排除するものではない。)

【0013】

しかも、この光スイッチにあっては、一对の光反射面を形成された第1の領域と複数対の光反射面を形成された第2の領域とをミラー部材に一体に形成しているので、第1の領域の光反射面と第2の領域の光反射面との位置ずれや角度誤差が、部品精度のみ(組立てによる影響を受けない)になって、非常に小さく、且つ安定したものになり、入力用光路及び出力用光路と各光反射面との位置調整作業を容易に行うことができる。

【0014】

本発明の請求項2にかかる光スイッチは、請求項1の光スイッチにおける前記ミラー部材を移動させるためのアクチュエータを備えたことを特徴としているので、電気的信号によって光スイッチを切り替えることができる。

【0015】

本発明の請求項3にかかる光スイッチは、請求項1の光スイッチにおける前記入力用光路及び前記出力用光路の、前記ミラー部材の正面と対向する部分を一体に構成しているので、入力用光路及び出力用光路の全体とミラー部材との位置調整を行えばよくなり、位置調整作業をより一層簡略にすることができる。

【0016】

また、本発明の請求項5にかかる光スイッチは、請求項1の光スイッチにおいて、前記ミラー部材の正面のうち前記第1の領域又は前記第2の領域のうちいずれが前記入力用光路及び前記出力用光路に対向しているか、をモニタリングする手段を備えているので、当該モニタリング手段を通じて例えば電気信号により光

スイッチの切替状態を知ることができる。

【0017】

本発明の請求項6にかかる光スイッチは、請求項1の光スイッチにおいて、前記入力用光路から出射された光が、前記入力用光路から出射された後、第1の領域に設けられた光反射面で反射されて出力用光路に入射するまでの空間光路長と、前記入力用光路から出射された光が、前記入力用光路から出射された後、第2の領域に設けられた光反射面で反射されて出力用光路に入射するまでの空間光路長とが等しくなるようにしたことを特徴としている。ここで、空間光路長とは、入力用光路から出射された光が出力用光路に入射するまでに光が伝搬する光路の光学的な光路長である。一般に、第1の領域と第2の領域が入出力用光路から等しい距離にあれば、第1の領域に設けられた光反射領域で反射される光の空間光路長よりも、第2の領域に設けられた光反射領域で反射される光の空間光路長の方が短くなるので、両者の光路長を等しくするためには、第1の領域よりも第2の領域の方が入出力用光路から遠くなるように配置すればよい。

【0018】

請求項6に記載の光スイッチにあつては、第1の領域で反射される光の空間光路長と第2の領域で反射される光の空間光路長とが等しくなっているので、光スイッチの切替えに伴うレンズ位置の調整などが不要になり、また、光の結合効率の変化も起こらなくなる。

【0019】

なお、この発明の以上説明した構成要素は、可能な限り任意に組み合わせることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

図3は本発明の一実施形態による光スイッチの外観斜視図、図4は当該光スイッチの要部の断面図である。また、図5は当該光スイッチの内部構造を示す斜視図である。この実施形態は、2本の入力用光ファイバと、2本の出力用光ファイバとの結合関係を切り換えることができる2×2型光スイッチである。この光ス

スイッチ 21 は、光スイッチ本体 22 とカバー 23 とからなり、光スイッチ本体 22 は、図 5 に示すように構成されている。まず、この光スイッチ 21 の各部の構成から説明する。

【0021】

図 5 に示すように、光スイッチ本体 22 は、基板 24 上にミラーユニット 25、光ファイバ設置ユニット 26、光ファイバアレイ 27 を実装して構成されている。ミラーユニット 25 は、基板 24 内の一方に実装されており、光ファイバアレイ 27 は、基板 24 内の他方に固定された光ファイバ設置ユニット 26 に保持されていて、ミラーユニット 25 と対向している。

【0022】

基板 24 の上面にはミラーユニット 25 を実装するための電極パッド 30 が設けられ、基板 24 の下面には、図 4 に示すように、光スイッチ 21 のリード足 31 が設けられている。なお、リードは図 4 に示すリード足 31 のように回路基板に差し込むタイプのものに限らず、表面実装型のリードであってもよい。

【0023】

図 6 はミラーユニット 25 の構造を示す斜視図である。このミラーユニット 25 にあっては、上面が開口したハウジング 37 内に電磁石 38 が納められており（図 4 参照）、電磁石 38 の上方に被駆動部 39 が配設されている。図 7 は被駆動部 39 の構造を示す一部省略した平面図である。被駆動部 39 は長形状をした鉄片 40 と、鉄片 40 の両側に平行に配置された一対の金属製バネ片 43 とを樹脂モールド部 44 によって成形一体化したものであり、鉄片 40 の両端部とバネ片 43 の両端部はいずれも樹脂モールド部 44 から露出している。また、各バネ片 43 の外側中央部からは、ねじれ変形軸 41 が突出しており、ねじれ変形軸 41 の先端に固定片 42 が設けられている。ねじれ変形軸 41 及び固定片 42 も樹脂モールド部 44 から露出している。さらに、図 4 に示すように、鉄片 40 の下面中央部には、永久磁石 45 が固着されている。

【0024】

被駆動部 39 は、電磁石 38 の上方に配設されて固定片 42 をハウジング 37 の上面に固定されており、ねじれ変形軸 41 によって揺動自在に支持されている

。従って、被駆動部 39 は、ねじれ変形軸 41 をねじれ変形させることにより、ねじれ変形軸 41 を中心として回転できる。

【0025】

電磁石 38 は、図 4 に示すように、コア 46 の外周にコイル 47 を巻き回したものである。コア 46 は永久磁石によって形成されており、コア 46 の両端部は上方へ延びて（コア 46 の両端の上方へ延びている部分を、ヨーク部 48a、48b という。）鉄片 40 の両端部下面に対向し、ヨーク部 48a、48b はそれぞれ S 極と N 極とに磁化されている。また、鉄片 40 の下面には、永久磁石 45 が接合されているので、鉄片 40 は全体が同一極に磁化されている（例えば、永久磁石 45 の S 極面が鉄片 40 に接合されていると、鉄片 40 は S 極となる。）なお、ミラーユニット 25 のリード足 69 は、ハウジング 37 の両側面に設けられている。

【0026】

このような構造のミラーユニット 25 の動作及び原理については、特開平 10-255631 号公報に開示されている。簡単にいうと、電磁石 38 のコイル 47 に流す電流の向きによって被駆動部 39 を異なる方向に回転させることができ、しかも、鉄片 40 のいずれか一方の端部がいずれかのヨーク部 48a、48b に吸着されると、コイル 47 の電流をオフにしても鉄片 40 はいずれかのヨーク部 48a、48b に吸着された状態を維持する。すなわち、両方向でラッチ動作し、切替状態を保持するために電力を消費しない。

【0027】

このようにして電磁石 38 によって、被駆動部 39 が駆動されると、鉄片 40 の端がヨーク部 48a、48b に当接することにより、鉄片 40 は常に所定角度で停止させられる。また、鉄片 40 が傾くと、それと共にバネ片 43 も傾く。バネ片 43 の両端部下面には電気接点が設けられており、バネ片 43 の電気接点に対向する位置には、バネ片 43 が接触したことを検出するための検知部 49a、49b（例えば、電氣的な接点）がそれぞれ設けられており、いずれの検知部 49a、49b から検知信号が出力されているかによってミラーブロック 50 が上昇しているか、下降しているかをモニターすることができる。

【0028】

図8は、鉄片40の端部に固定されているミラーブロック50の形状を示す斜視図であり、図9(a)、(b)はその平面図及び正面図である。ミラーブロック50は、金属、ガラス、プラスチック等によってほぼ直方体状に形成されている。ミラーブロック50の前面には90度の角度を成すようにして左右に第1の光反射面51と第2の光反射面52が形成されている。さらに、ミラーブロック50の前面上半分では、90度の角度を成すようにして左右に第3の光反射面53と第4の光反射面54が突出している。ここで、第3の光反射面53と第1の光反射面51も90度の角度を成しており、第4の光反射面54と第2の光反射面52も90度の角度を成している。従って、ミラーブロック50の前面上半分では、互いに90度の角度を成すようにして第1の光反射面51、第3の光反射面53、第2の光反射面52及び第4の光反射面54がW溝状に形成されており、ミラーブロック50の前面下半分では、互いに90度の角度を成すようにして第1の光反射面51と第2の光反射面52がV溝状に形成されている。具体的には、ミラーブロック50の上半分では、中心面に関して第1の光反射面51及び第3の光反射面53と第2の光反射面52及び第4の光反射面54とが面对称となっており、ミラーブロック50の上半分では、中心面に関して第1の光反射面51と第2の光反射面52が面对称となっている。

【0029】

ミラーブロック50は下面を鉄片40の端部上面に接着剤により接着して固定されており、W溝状の光反射面51～54が上になり、V溝状の光反射面51、52が下になっている。これとは反対に、V溝状の光反射面51、52が上になり、W溝状の光反射面51～54が下になるようにして、ミラーブロック50の上面を下にして鉄片40に接着することも可能である。しかし、このような構造では、ミラーブロック50の接着作業時に、第1の光反射面51と第3の光反射面53の間と第4の光反射面54と第2の光反射面52の間との2本のV溝から接着剤が毛細管現象によって昇り、光反射面を汚し易くなる。本実施形態のように、ミラーブロック50の下面を下にして鉄片40に接着すれば、接着剤は第1の光反射面51と第2の光反射面52の間の1本のV溝を通してしか昇らないの

で、光反射面が接着剤で汚れにくくなる。

【0030】

光ファイバ設置ユニット26は、図10に示す略U字状をした支持台55と、図11に示す調整板56とからなる。支持台55は、両側部上面に凹部58を設けられており、予め底面を基板24の上面に固定されている。調整板56は、両側面からそれぞれ棒状をしたアーム57を延出されている。この調整板56は、支持台55に取付けられる前に、光ファイバアレイ27の下面に接着剤で固定される。ついで、光ファイバアレイ27を載置された調整板56のアーム57を支持台55の凹部58に納め、光ファイバアレイ27の位置を調整した後、接着剤によってアーム57を凹部58内に固定し、空中において調整板56で光ファイバアレイ27を支持させる。

【0031】

図12は光ファイバアレイ27の分解斜視図である。この光ファイバアレイ27にあっては、ホルダー59内に4本の光ファイバ32～35の端部が保持されている。各光ファイバ32～35の先端部は、ホルダー59内で精密に軸心を位置決めされ、所定ピッチで一行に平行に配列され、その状態で固定されている。具体的には、順次、第1の入力用光ファイバ32、第1の出力用光ファイバ34、第2の入力用光ファイバ33、第2の出力用光ファイバ35が配列されている。ホルダー59に光ファイバ32～35を精密に位置決めする手段としては、多芯のフェルールに嵌め込んでもよく、光ファイバ32～35をV溝状のグループにはめ込むことによって行ってもよい。また、ホルダー59の前面にはレンズアレイ60が接着剤等で固定されており、レンズアレイ60には光ファイバ32～35の各端面に対向させて微小な結合用レンズ61が成形されている。このレンズアレイ60としては、透明樹脂基板に透明樹脂からなる結合用レンズ61を設けてもよく、ガラス基板にガラスからなる結合用レンズ61を設けてもよく、透明樹脂基板にガラスからなる結合用レンズ61を設けてもよく、ガラス基板に透明樹脂からなる結合用レンズ61を設けてもよい。このレンズアレイ60は、未硬化の接着剤を挟んでホルダー59の前面に配置した後、各光ファイバ32～35から各結合用レンズ61に光を出射させ、各結合用レンズ61を通過した光を

モニターすることによって光ファイバ32～35と結合用レンズ61の光軸合せを行い、その状態で接着剤を硬化させてホルダー59の前面に固定される。

【0032】

つぎに、この光スイッチ21の組立て工程を説明する。光スイッチ21の組立て工程においては、まず基板24の電極パッド30にミラーユニット25のリード足69をハンダ付けすることにより、基板24上にミラーユニット25を実装する。ミラーユニット25には予めミラーブロック50が取付けられている。光ファイバ設置ユニット26の支持台55も、ミラーユニット25と対向する位置に配置され、予め基板24の上面に接着される。

【0033】

ついで、図11に示すように光ファイバアレイ27の下面に調整板56を接着して光ファイバアレイ27と調整板56を一体化しておく。この光ファイバアレイ27をロボットハンドで掴み、光ファイバアレイ27を支持台55の上方へ搬入し、光ファイバアレイ27の下面に固定されている調整板56のアーム57を支持台55の凹部58内に納める。

【0034】

この後、ミラーブロック50を上昇させて第1の光反射面51及び第2の光反射面52を光ファイバ32～35に対向させた状態で、光ファイバアレイ27を動かして光軸位置の調整を行い（図13（b）参照）、光ファイバアレイ27の位置をコンピュータに記憶させる。ついで、ミラーブロック50を下降させて第1の光反射面51、第3の光反射面53、第4の光反射面54及び第2の光反射面52を光ファイバ32～35に対向させた状態で、光ファイバアレイ27を動かして光軸位置の調整を行い（図13（a）参照）、光ファイバアレイ27の位置をコンピュータに記憶させる。こうして、ミラーブロック50を上昇させた状態と下降させた状態で光ファイバアレイ27の光軸調整位置を検出し、各位置をコンピュータに記憶させると、コンピュータはそのデータに基づいて最適位置を演算する（例えば、両位置の平均位置を求める。）。光ファイバアレイ27の最適位置がコンピュータによって演算されると、光ファイバアレイ27はロボットハンドによって最適位置となるように微調整され、その状態に保持される。この

状態を保ったままで、アーム 57 と凹部 58 の間に紫外線硬化型接着剤を滴下し、紫外線硬化型接着剤に紫外線を照射して硬化させ、接着剤によってアーム 57 を凹部 58 内に固定し、光ファイバアレイ 27 を最終調整位置に固定する。尚、アーム 57 を固定するための接着剤として、即硬化型の接着剤であれば、紫外線硬化型接着剤に限らない。また、接着剤に限らず、半田等によってアーム 57 を固定するようにしてもよい。

【0035】

こうして基板 24 内にミラーユニット 25 と光ファイバ設置ユニット 26 を取付けることにより、光スイッチ本体 22 が組立てられる。この光スイッチ本体 22 においては、ミラーユニット 25 のミラーブロック 50 と、光ファイバアレイ 27 の各光ファイバ 32～35 の端面とが互いに対向しており、ミラーユニット 25 の電磁石 38 を励磁して鉄片 40 のミラーブロック 50 が設けられているのと反対側の端部を吸着させると、ミラーブロック 50 が上昇する。この状態では、第 3 の光反射面 53 及び第 4 の光反射面 54 は光ファイバ 32～35 の端部の軸心が含まれる平面よりも上に上がり、図 13 (b) に示すように、ミラーブロック 50 の下半分で第 1 の入力用光ファイバ 32 及び第 1 の出力用光ファイバ 34 が第 1 の光反射面 51 に対向し、第 2 の入力用光ファイバ 33 及び第 2 の出力用光ファイバ 35 が第 2 の光反射面 52 に対向する。また、ミラーユニット 25 の電磁石 38 を励磁して鉄片 40 のミラーブロック 50 が設けられている側の端部を吸着させると、ミラーブロック 50 が下に下がる。この状態では、図 13 (a) に示すように、ミラーブロック 50 の上半分で第 1 の入力用光ファイバ 32 が第 1 の光反射面 51 に対向し、第 1 の出力用光ファイバ 34 が第 3 の光反射面 53 に対向し、第 2 の入力用光ファイバ 33 が第 4 の光反射面 54 に対向し、第 2 の出力用光ファイバ 35 が第 2 の光反射面 52 に対向する。

【0036】

しかして、各光ファイバ 32～35 と各光反射面 51～54 との位置関係が正しく調整されているとすれば、図 13 (a) のようにミラーブロック 50 が下降している切り替え状態の光スイッチ 21 では、第 1 の入力用光ファイバ 32 から出射された光 66 は第 1 の光反射面 51 及び第 3 の光反射面 53 で反射された後

、第1の出力用光ファイバ34に入射する。また、第2の入力用光ファイバ33から出射された光67は第4の光反射面54及び第2の光反射面52で反射された後、第2の出力用光ファイバ35に入射する。よって、この切り替え状態では、第1の入力用光ファイバ32と第1の出力用光ファイバ34が結合され、第2の入力用光ファイバ33と第2の出力用光ファイバ35とが結合されている。

【0037】

これに対し、図13(b)のようにミラーブロック50が上昇している切り替え状態の光スイッチ21では、第1の入力用光ファイバ32から出射された光66は第1の光反射面51及び第2の光反射面52で反射された後、第2の出力用光ファイバ35に入射する。また、第2の入力用光ファイバ33から出射された光67は第2の光反射面52及び第1の光反射面51で反射された後、第1の出力用光ファイバ34に入射する。よって、この切り替え状態では、第1の入力用光ファイバ32と第2の出力用光ファイバ35が結合され、第2の入力用光ファイバ33と第1の出力用光ファイバ34とが結合される。

【0038】

なお、ミラーブロック50と光ファイバアレイ27とを精密に位置調整したとしても、接着剤が完全に硬化するまでにアーム57の動いたりして、光ファイバアレイ27の取り付け後に再度位置調整したい場合も考えられる。そのような場合に対処するためには、図14に示すように、アーム57を屈曲又は蛇行した形状にしておき、調整板56を支持台55に固定した後でも、アーム57を塑性変形させて調整板56と共に光ファイバアレイ27を動かし、光ファイバアレイ27を縦方向及び横方向に位置調整し、あるいは、光ファイバアレイ27の角度を調整できるようにしてもよい。

【0039】

光ファイバアレイ27の位置調整が完了したら、光スイッチ本体22の上面をカバー23で覆って光スイッチ本体22の上面を封止する。これにより、封止構造の光スイッチ21が製造される。

【0040】

(第2の実施形態)

図15 (a)、(b) 及び (c) は本発明の別な実施形態による光スイッチに用いられるミラーブロック50の構造を示す一部破断した平面図、正面図及び一部破断した下面図である。このミラーブロック50にあつては、第1の光反射面51と第2の光反射面52の間のV溝、第1の光反射面51と第3の光反射面53の間のV溝、第4の光反射面54と第2の光反射面52の間のV溝において、各V溝の最深部を埋めることによってそれぞれ平面部62、63、63を形成し、ミラーブロック50の接着時にV溝の奥で毛細管現象により接着剤を吸い上げにくくしている。図では、V溝の奥が平面になっているが、曲面であっても差し支えない。このようにして、V溝の奥の溝幅に下限値を設定すれば、接着剤を光反射面に吸い上げにくくなるので、より一層光反射面が接着剤で汚れにくくなる。

【0041】

なお、この実施形態では、第1の光反射面51と第2の光反射面52の間のV溝の開口幅W1が1mmで、第1の光反射面51と第3の光反射面53の間のV溝と第4の光反射面54と第2の光反射面52の間のV溝の各開口幅W2が0.5mmであり、V溝の奥の平面部62、63の幅W3はほぼ50 μ mとなっている。

【0042】

(第3の実施形態)

上記のような構造のミラーユニット25では、鉄片40をシーソー状に回転させてミラーブロック50を昇降させているので、ミラーブロック50が上昇しているときと、ミラーブロック50が下降しているときとで、ミラーブロック50の正面(光反射面)の角度が上下に変化する。特に、ミラーユニット25を小型化すると、ミラーブロック50が昇降したときの角度の変化が大きくなり、入力用光ファイバ32、33から出てミラーブロック50で反射された光が出力用光ファイバ34、35から逸れる恐れがある。このような場合には、図16及び図17 (a)、(b)、(c) に示すような構造のミラーブロック50を用いればよい。

【0043】

図16及び図17(a)、(b)、(c)は本発明のさらに別な実施形態による光スイッチに用いられるミラーブロック50の構造を示す斜視図及び上面図、正面図、下面図である。このミラーブロック50にあつては、ミラーブロック50の正面の下半分においては、第1の光反射面51aと第2の光反射面52aによってV溝状に形成されており、しかも、ミラーユニット25に取付けられたミラーブロック50が上昇したときに第1の光反射面51a及び第2の光反射面52aに立てた法線が光ファイバ32～35の先端の光軸と同一平面に含まれるよう、第1の光反射面51a及び第2の光反射面52を下方へ傾けている。さらに、ミラーブロック50の正面の上半分においては、第1の光反射面51b、第2の光反射面52b、第3の光反射面53及び第4の光反射面54によってW溝状に形成されており、しかも、ミラーユニット25に取付けられたミラーブロック50が下降したときに第1の光反射面51b、第2の光反射面52b、第3の光反射面53及び第4の光反射面54の立てた各法線が光ファイバ32～35の先端の光軸と同一平面に含まれるよう、第1の光反射面51b、及び第2の光反射面52b、第3の光反射面53及び第4の光反射面54を上方へ傾けている。

【0044】

よって、このようなミラーブロック50を用いれば、ミラーブロック50で反射された光が光ファイバ32～35の光軸を含む平面から外れることがなく、各光反射面51a、51b、52a、52b、53及び54と各光ファイバ32～35との軸芯合せを容易に行えと共に、光スイッチ21の結合効率を向上させることができる。

【0045】

(第4の実施形態)

図18に示すものは、入力用光ファイバが1本で、出力用光ファイバが2本の、1×2型の光スイッチである。この実施形態では、ミラーブロック50の下降時に、第1の出力用光ファイバ34が第3の光反射面53に対向し、入力用光ファイバ64が第4の光反射面54に対向し、第2の出力用光ファイバ35が第2の光反射面52に対向するように配置されている。

【0046】

しかして、この光スイッチにおいては、ミラーブロック 50 が下降している切り替え状態では、図 18 (a) のように、入力用光ファイバ 64 から出射された光 65 は第 4 の光反射面 54 及び第 2 の光反射面 52 で反射された後、第 2 の出力用光ファイバ 35 に入射する。よって、この切り替え状態では、入力用光ファイバ 64 と第 2 の出力用光ファイバ 35 とが結合されている。

【0047】

これに対し、ミラーブロック 50 が上昇している切り替え状態では、図 18 (b) のように、入力用光ファイバ 64 から出射された光 65 は第 2 の光反射面 52 及び第 1 の光反射面 51 で反射された後、第 1 の出力用光ファイバ 34 に入射する。よって、この切り替え状態では、入力用光ファイバ 64 と第 1 の出力用光ファイバ 34 とが結合される。

【0048】

なお、入力用光ファイバが 2 本で、出力用光ファイバが 1 本の、1×2 型の光スイッチも可能であることはもちろんである。

【0049】

(第 5 の実施形態)

図 19 に示すものは、入力用光ファイバが 4 本で、出力用光ファイバが 4 本の、4×4 型の光スイッチである。この光スイッチにおいては、ミラーブロック 50 が下降しているとき、第 1 の入力用光ファイバ 71 及び第 2 の入力用光ファイバ 72 が第 1 の光反射面 51 に対向し、第 1 の出力用光ファイバ 75 及び第 2 の出力用光ファイバ 76 が第 3 の光反射面 53 に対向し、第 3 の入力用光ファイバ 73 及び第 4 の入力用光ファイバ 74 が第 4 の光反射面 54 に対向し、第 3 の出力用光ファイバ 77 及び第 4 の出力用光ファイバ 78 が第 2 の光反射面 52 に対向するように配置されている。

【0050】

しかして、ミラーブロック 50 が下降している切り替え状態では、第 1 の入力用光ファイバ 71 及び第 2 の入力用光ファイバ 72 から出射された光 79、80 は第 1 の光反射面 51 及び第 3 の光反射面 53 で反射された後、それぞれ第 2 の出力用光ファイバ 76 及び第 1 の出力用光ファイバ 75 に入射する。また、第 3

の入力用光ファイバ73及び第4の入力用光ファイバ74から出射された光81、82は第4の光反射面54及び第2の光反射面52で反射された後、それぞれ第4の出力用光ファイバ78及び第3の出力用光ファイバ77に入射する。よって、この切り替え状態では、第1の入力用光ファイバ71と第2の出力用光ファイバ76とが結合され、第2の入力用光ファイバ72と第1の出力用光ファイバ75とが結合され、第3の入力用光ファイバ73と第4の出力用光ファイバ78とが結合され、第4の入力用光ファイバ74と第3の出力用光ファイバ77とが結合される。

【0051】

これに対し、図19(b)のようにミラーブロック50が上昇している切り替え状態では、第1の入力用光ファイバ71及び第2の入力用光ファイバ72から出射された光79、80は第1の光反射面51及び第2の光反射面52で反射された後、それぞれ第4の出力用光ファイバ78及び第3の出力用光ファイバ77に入射する。また、第3の入力用光ファイバ73及び第4の入力用光ファイバ74から出射された光81、82は第2の光反射面52及び第1の光反射面51で反射された後、第2の出力用光ファイバ76及び第1の出力用光ファイバ75に入射する。よって、この切り替え状態では、第1の入力用光ファイバ71と第4の出力用光ファイバ78とが結合され、第2の入力用光ファイバ72と第3の出力用光ファイバ77とが結合され、第3の入力用光ファイバ73と第2の出力用光ファイバ76とが結合され、第4の入力用光ファイバ74と75とが結合される。

【0052】

(第6の実施形態)

第1の実施形態のようなミラーブロック50を用いた場合には、図13(a)(b)から分かるように、例えば第1の入力用光ファイバ32から出射された光66が第1の光反射面51と第3の光反射面53で反射されて第1の出力用光ファイバ34に入射する場合と、第1の入力用光ファイバ32から出射された光66が第1の光反射面51と第2の光反射面52で反射されて第2の出力用光ファイバ35に入射する場合とでは、第1の光反射面51から出射してから第1の出

力用光ファイバ34又は第2の出力用光ファイバ35に入射するまでの空間光路長が異なる。従って、第1の出力用光ファイバ34に入射する光66と、第2の出力用光ファイバ35に入射する光66とでは、ファイバ端面における、光66の位相や光スポット系などが異なり、光スイッチを切り換えることによって光信号の特性が変化し、例えば、レンズ位置の調整が必要になったり、結合効率が変化する恐れがある。

【0053】

図20に示すものは上記のような問題を解消するための、最適なミラーブロック50の構造を示す斜視図である。このミラーブロック50にあっては、ミラーブロック50の正面の下半分においては、第1の光反射面51aと第2の光反射面52aによってV溝状に形成され、ミラーブロック50の正面の上半分においては、第1の光反射面51b、第2の光反射面52b、第3の光反射面53及び第4の光反射面54によってW溝状に形成されている。しかも、上半分に形成されている第1の光反射面51b、第2の光反射面52b、第3の光反射面53及び第4の光反射面54が、下半分に形成されている第1の光反射面51aと第2の光反射面52aよりも後方へ後退させられており、それによってミラーブロック50の上半分を用いても、下半分を用いても空間光路長に変化がないようにしている。

【0054】

図21(a)(b)は、ミラーブロック50が下降して第1の光反射面51b、第2の光反射面52b、第3の光反射面53及び第4の光反射面54が用いられている状態と、ミラーブロック50が上昇して第1の光反射面51aと第2の光反射面52aが用いられている状態とを表わしている。図13(a)(b)に示されている光66と光67の光路の幾何学的関係から分かるように、図13(a)の状態から図13(b)の状態へ切り換えたときに空間光路長が長くなる距離は、光66と光67とで等しいので、その距離の半分だけ第1の光反射面51b、第2の光反射面52b、第3の光反射面53及び第4の光反射面54を後方へ下げることによって空間光路長が変化しないようにできる。

【0055】

この実施形態によれば、光スイッチの切替えに伴うレンズ位置の調整などが不要になり、光の結合効率の変化も防止することができる。

【0056】

なお、上記実施形態においては、ミラーユニット25の被駆動部39はシーソー状に駆動されてミラーブロック50を回動させていたが、被駆動部39を昇降させることによってミラーブロック50を上下に平行移動させるようにしてもよい。また、ミラーユニット25は電磁石によってミラーブロック50を動かすようにしていたが、ミラーユニット25は静電アクチュエータやボイスコイルなど他の方式でミラーブロック50を動かすようにしていても良い。また、電磁石を用いる場合でも、電磁石を1個だけにし、電磁石が励磁されている場合にはミラーブロック50が下降位置となり、電磁石が消磁されている場合にミラーブロック50が上昇位置となるようにしても良い。また、電磁石を用いる場合でも、ラッチの掛からないタイプのものであっても差し支えない。

【0057】

【発明の効果】

本発明の光スイッチによれば、一対の光反射面を形成された第1の領域と一対の光反射面を複数組形成された第2の領域とをミラー部材に一体に形成しているので、第1の領域と第2の領域との位置ずれや誤差が非常に小さくなり、入力用光路及び出力用光路と各光反射面との位置調整作業を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(a)、(b)は、従来例の2×2型光スイッチの主要部分の構造を説明する平面図及び断面図である。

【図2】

(a)、(b)は上記光スイッチによる切替え動作を説明する図である。

【図3】

本発明の一実施形態による光スイッチの外観斜視図である。

【図4】

同上の光スイッチの概略断面図である（カバーは図示省略）。

【図 5】

図 3 の光スイッチの内部構造を示す斜視図である。

【図 6】

ミラーユニットの構造を示す斜視図である。

【図 7】

同上のミラーユニットに用いられている被駆動部の構造を説明するための平面図である。

【図 8】

被駆動部上に固定されているミラーブロックの形状を示す斜視図である。

【図 9】

(a)、(b) は同上のミラーブロックの平面図及び正面図である。

【図 10】

光ファイバ設置ユニットを構成する支持台の斜視図である。

【図 11】

光ファイバ設置ユニットを構成する調整板と光ファイバアレイを示す斜視図である。

【図 12】

光ファイバアレイの分解斜視図である。

【図 13】

(a)、(b) は、本発明にかかる光スイッチの作用説明図である。

【図 14】

光ファイバ設置ユニットの別な例を示す平面図である。

【図 15】

(a)、(b) 及び (c) は、本発明の別な実施形態に用いられるミラーブロックを示す一部破断した平面図、正面図及び一部破断した下面図である。

【図 16】

本発明のさらに別な実施形態に用いられるミラーブロックの斜視図である。

【図 17】

(a) は同上のミラーブロックの平面図、(b) は (a) の X-X 線断面図、

(c) は (a) の Y-Y 線断面図である。

【図 1 8】

本発明のさらに別な実施形態であって、1×2 型の光スイッチの作用説明のための概略図である。

【図 1 9】

本発明のさらに別な実施形態であって、4×4 型の光スイッチの作用説明のための概略図である。

【図 2 0】

本発明のさらに別な実施形態による光スイッチに用いられるミラーブロックの斜視図である。

【図 2 1】

(a)、(b) は同上のミラーブロックの作用説明図である。

【符号の説明】

- 2 2 光スイッチ本体
- 2 4 基板
- 2 5 ミラーユニット
- 2 6 光ファイバ設置ユニット
- 2 7 光ファイバアレイ
- 3 8 電磁石
- 4 0 鉄片
- 4 1 ねじれ変形軸
- 5 0 ミラーブロック
- 5 1 第 1 の光反射面
- 5 2 第 2 の光反射面
- 5 3 第 3 の光反射面
- 5 4 第 4 の光反射面
- 5 5 支持台
- 5 6 調整板
- 5 7 アーム

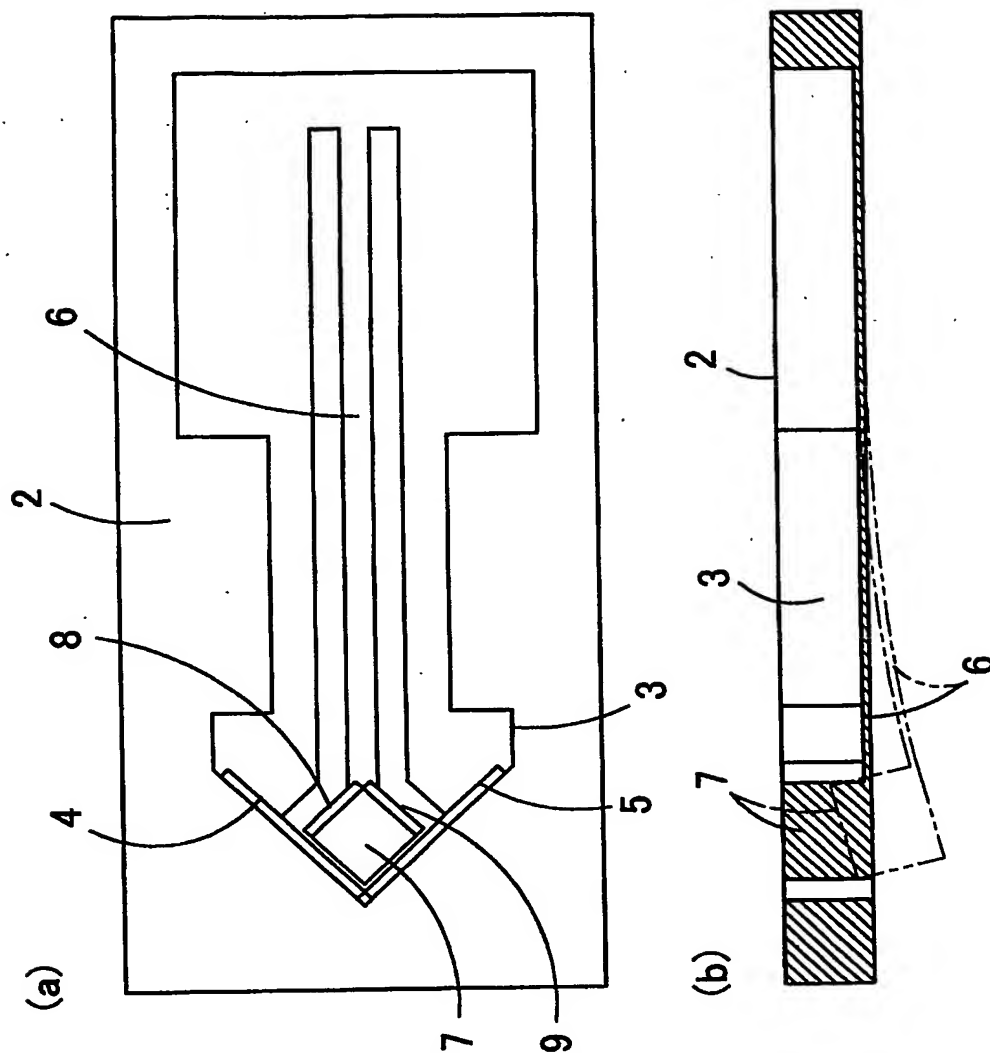
58 凹部

60 レンズアレイ

61 レンズ

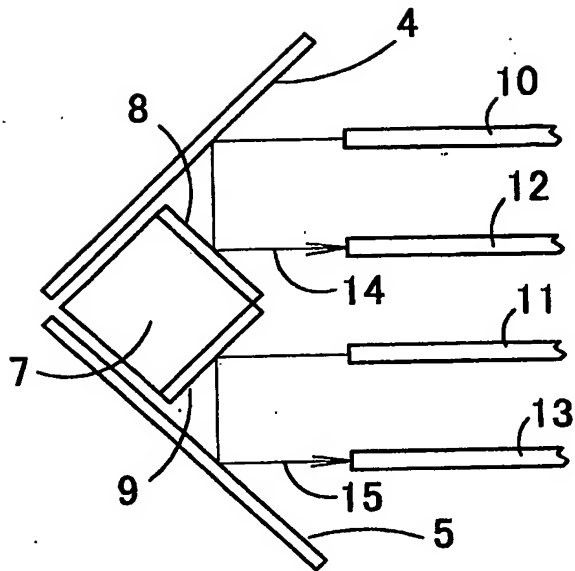
【書類名】 図面

【図1】

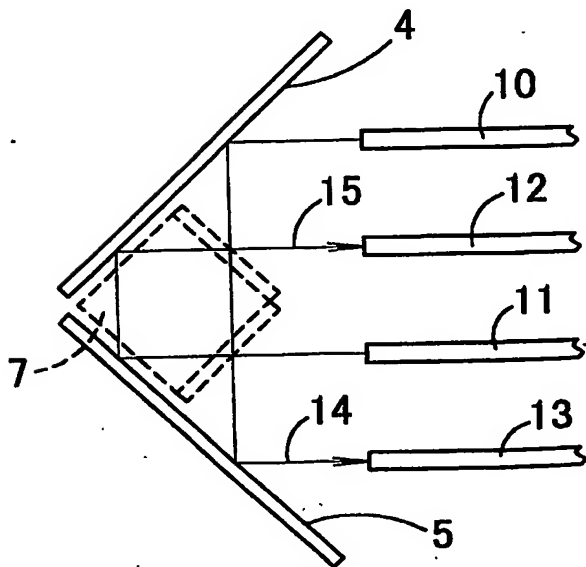


【図 2】

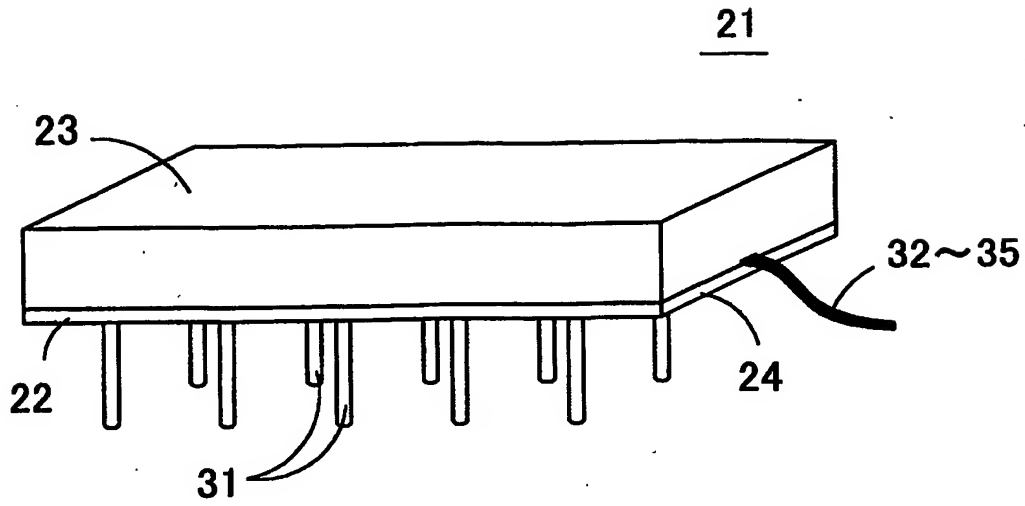
(a)



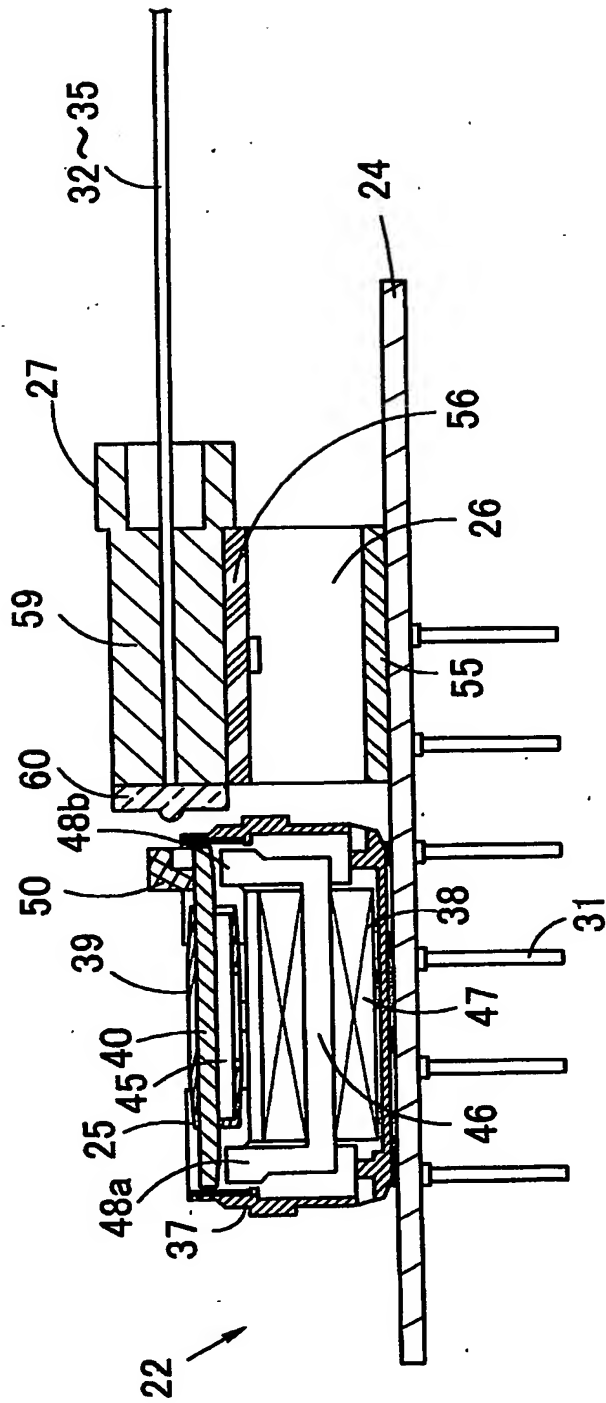
(b)



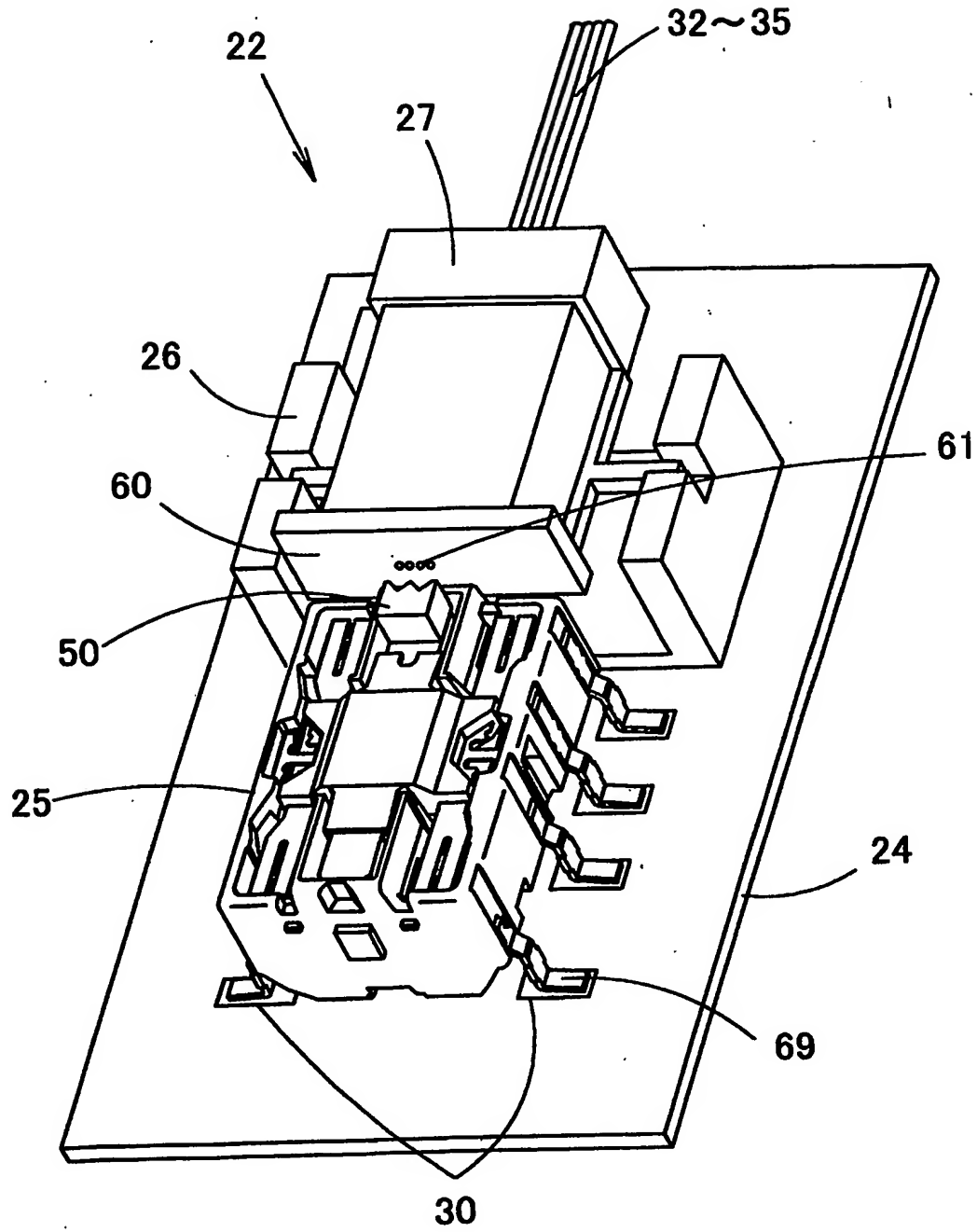
【図 3】



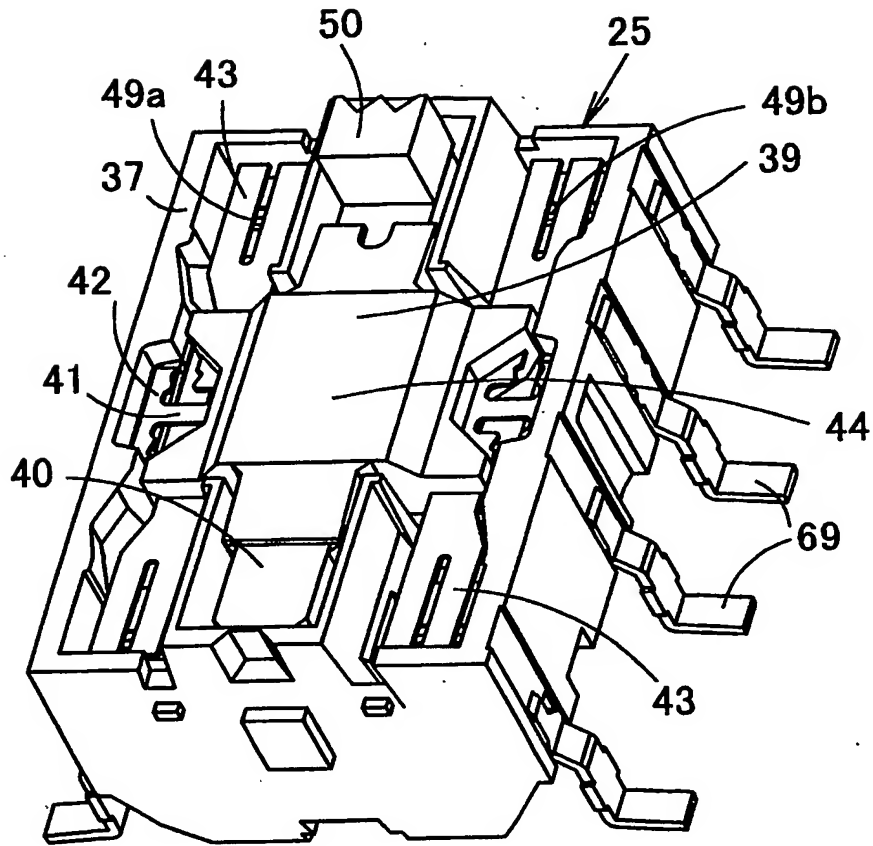
【図 4】



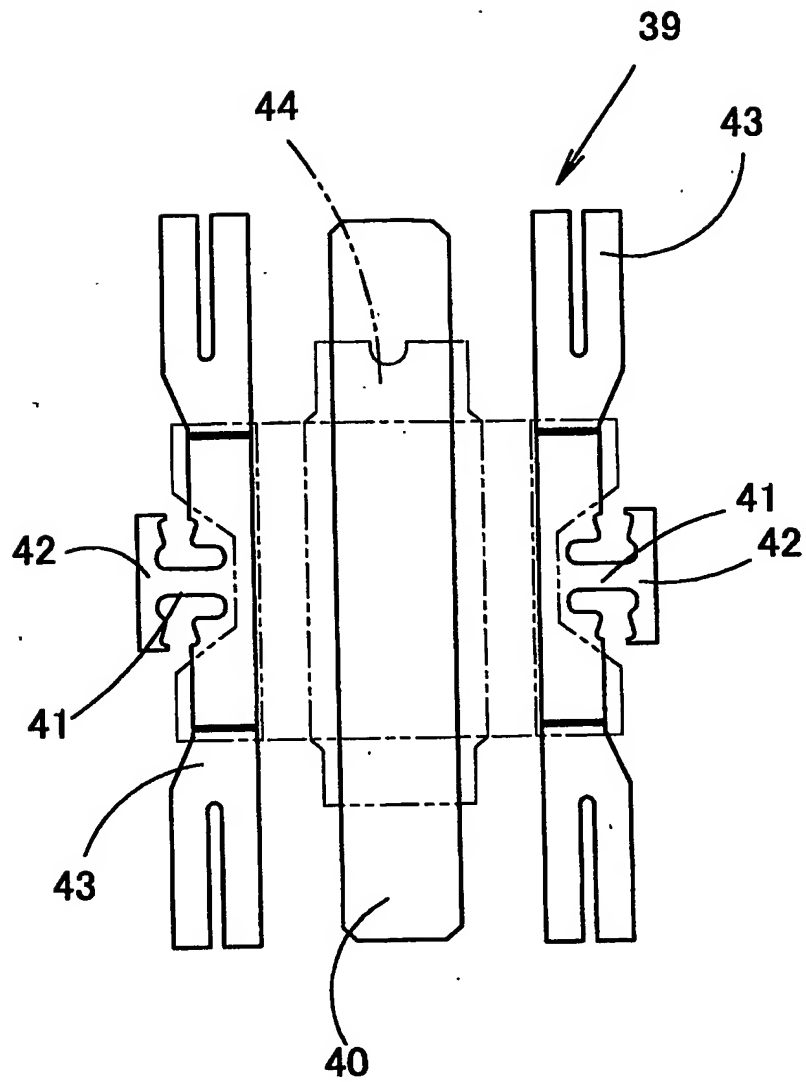
【図 5】



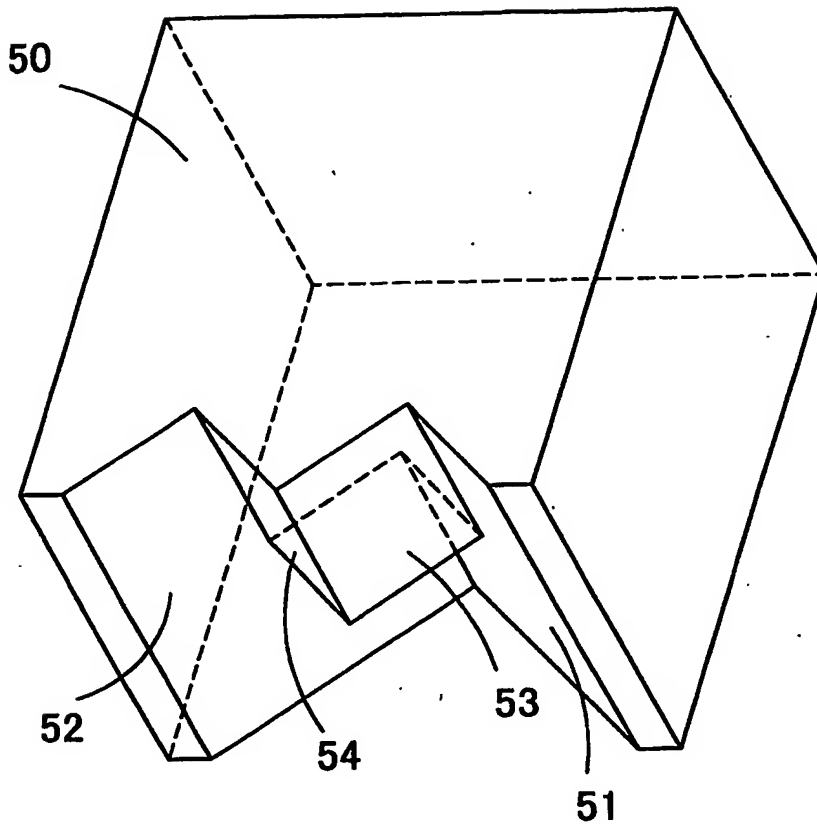
【図 6】



【図 7】

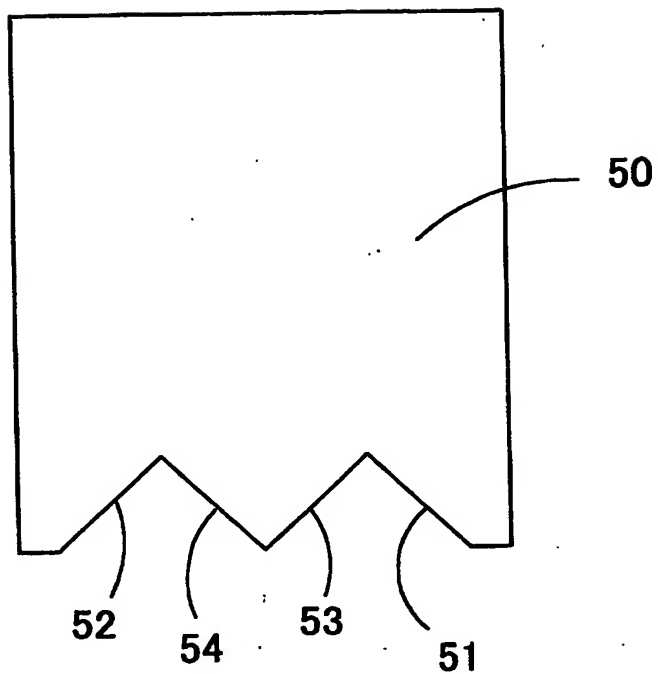


【図 8】

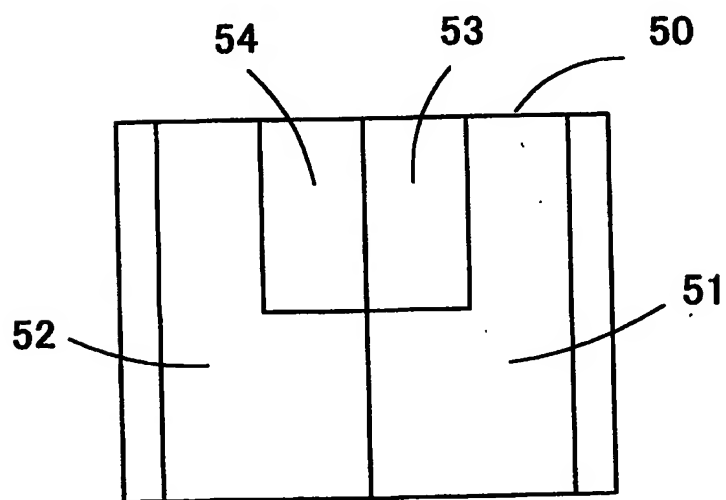


【図9】

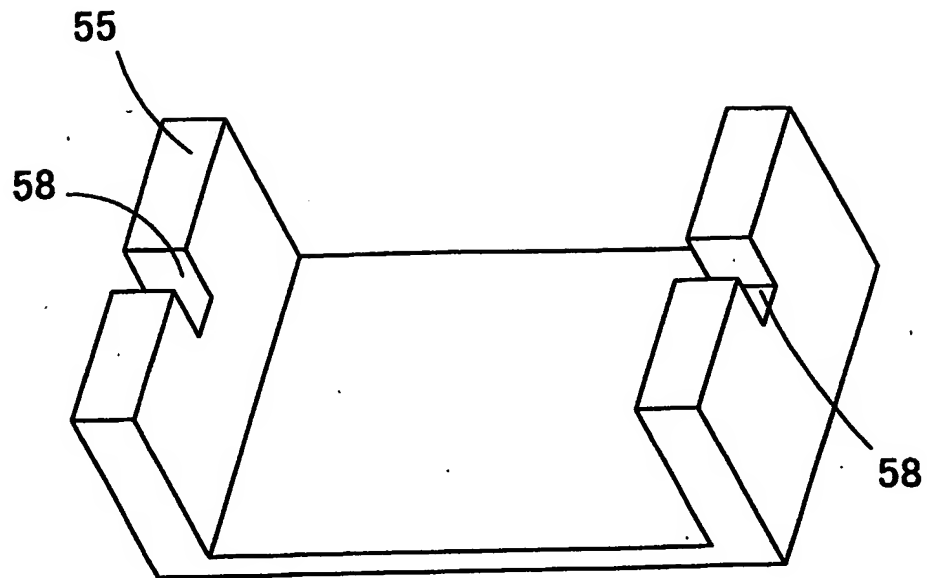
(a)



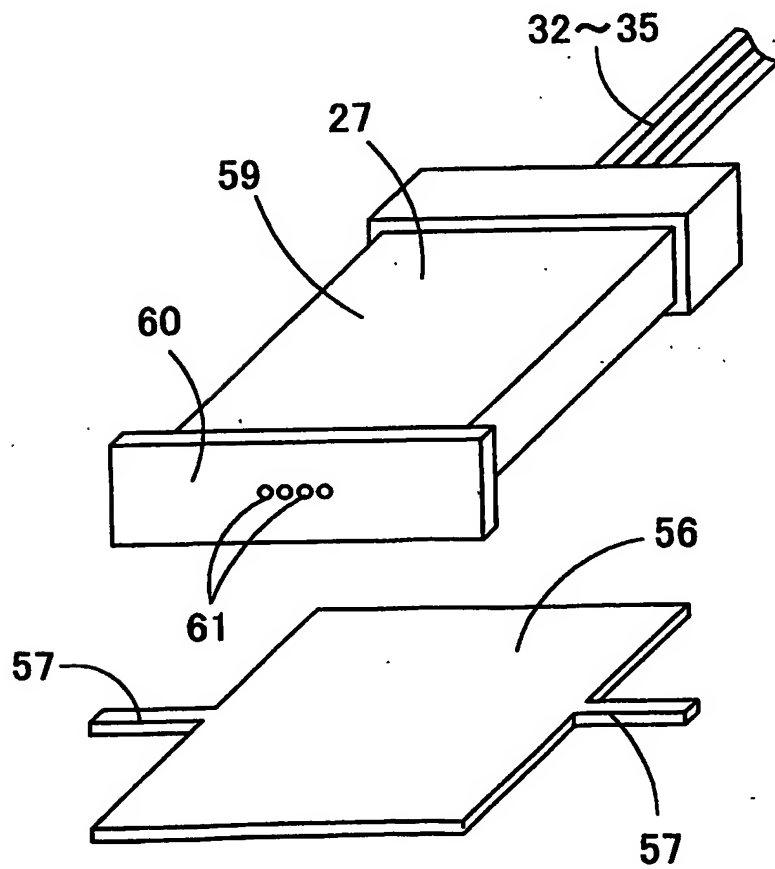
(b)



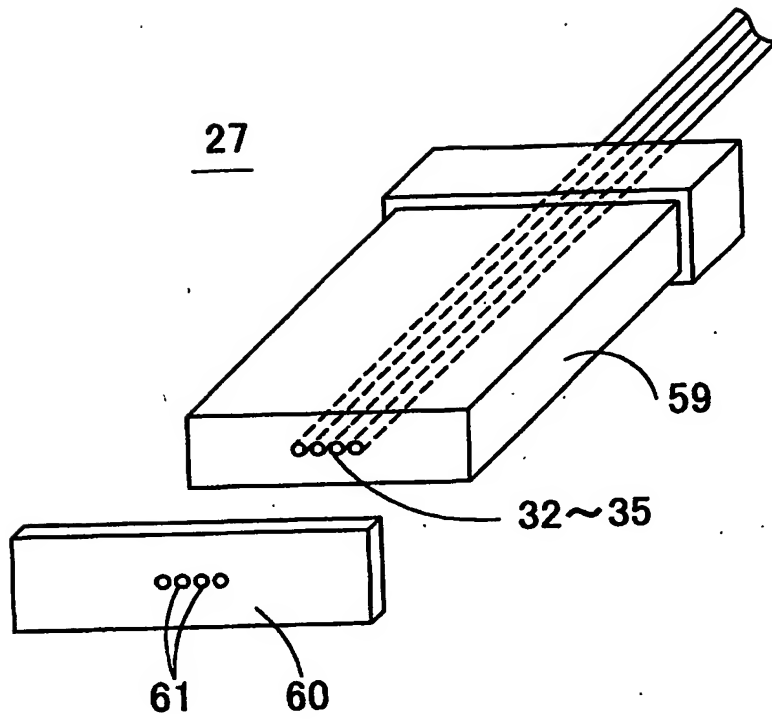
【図10】



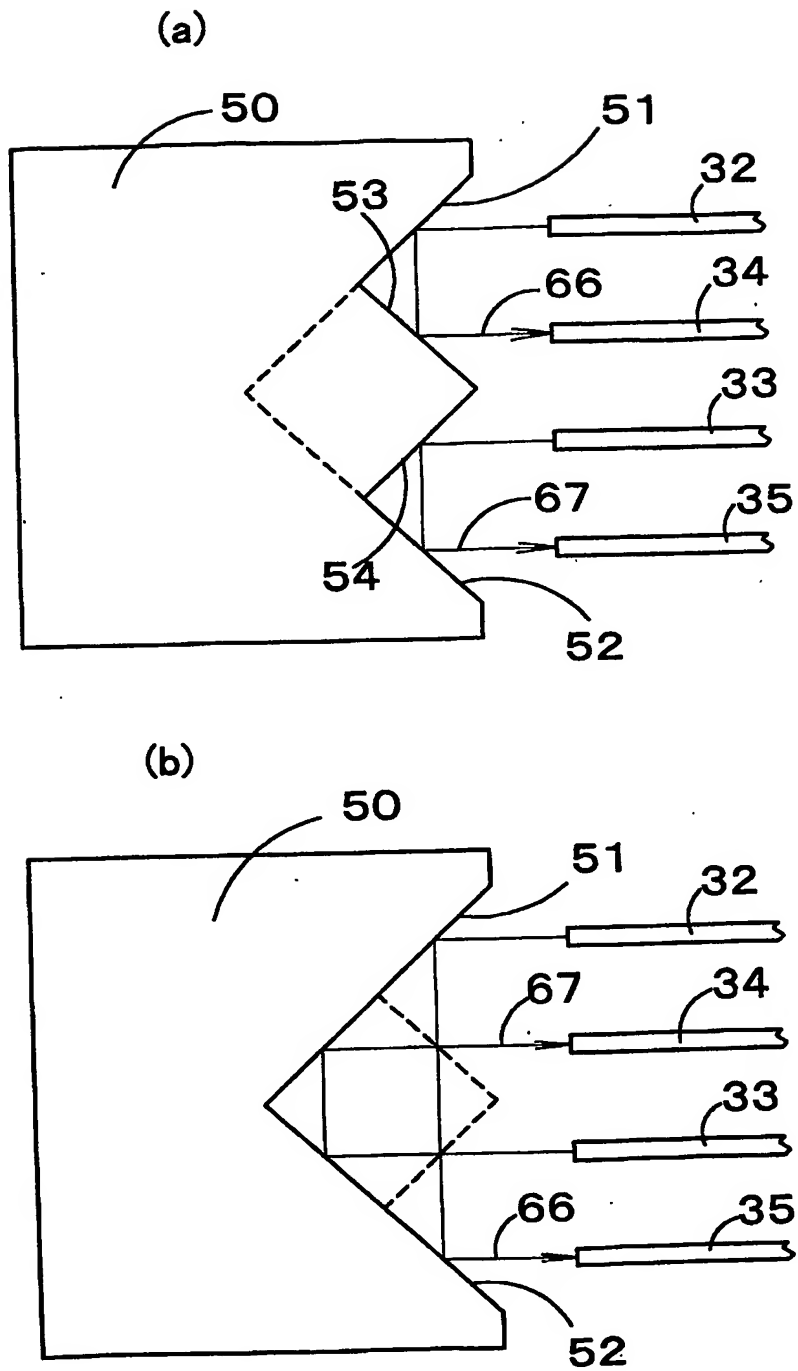
【図11】



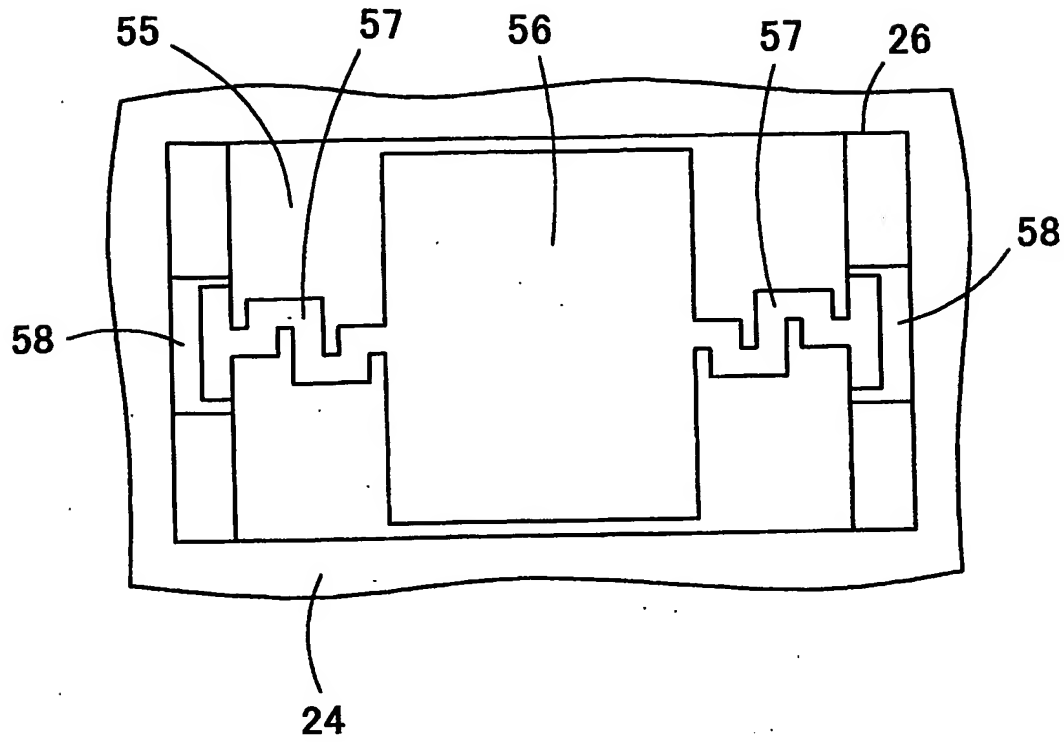
【図 12】



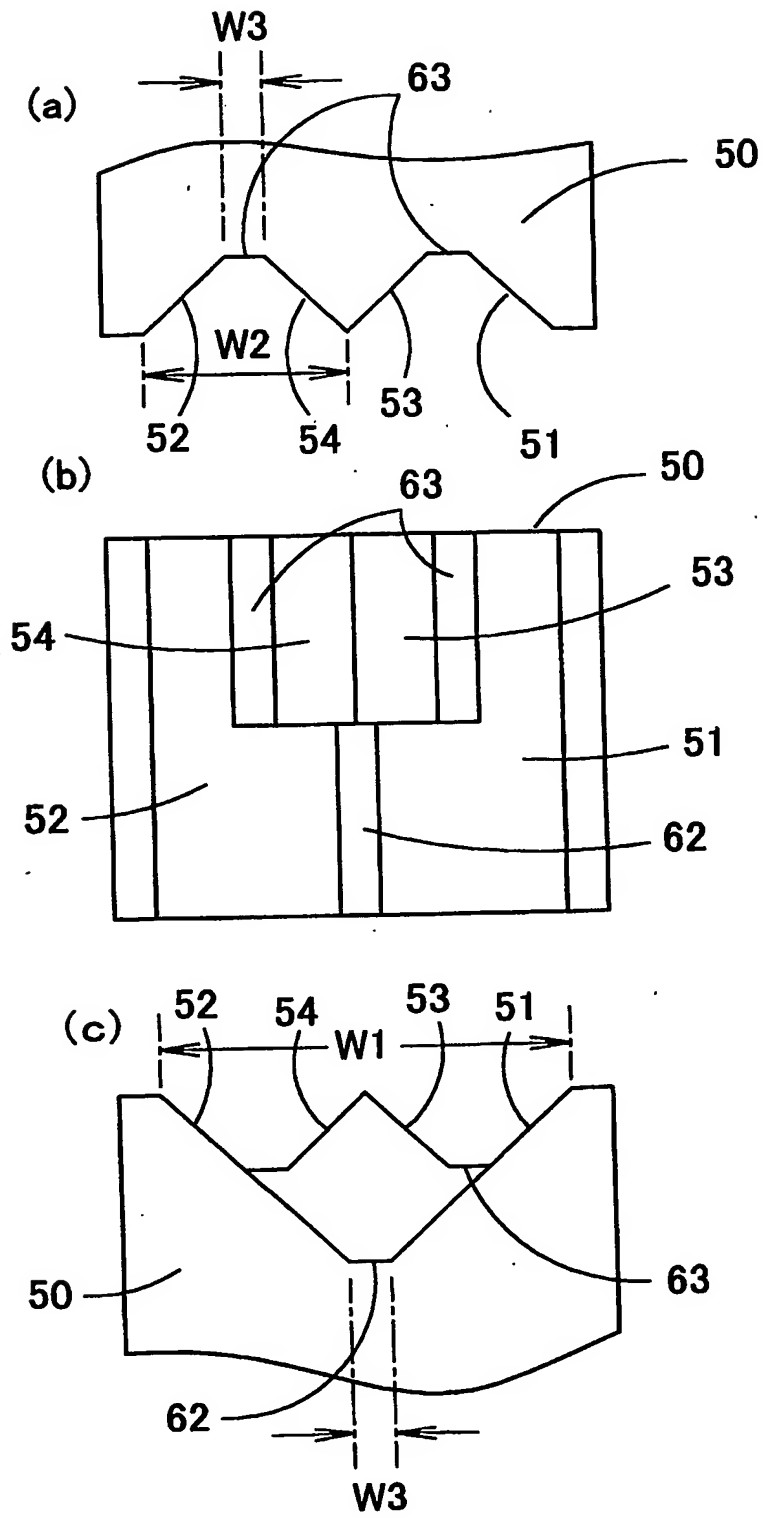
【図13】



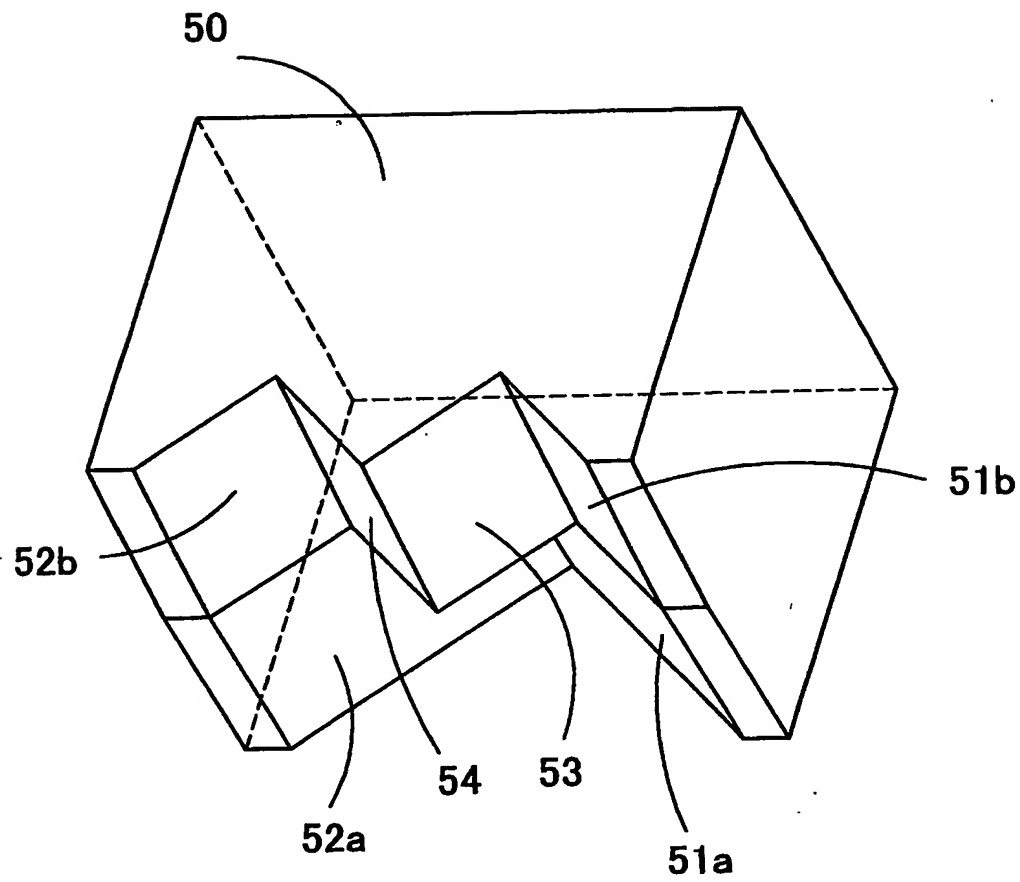
【図14】



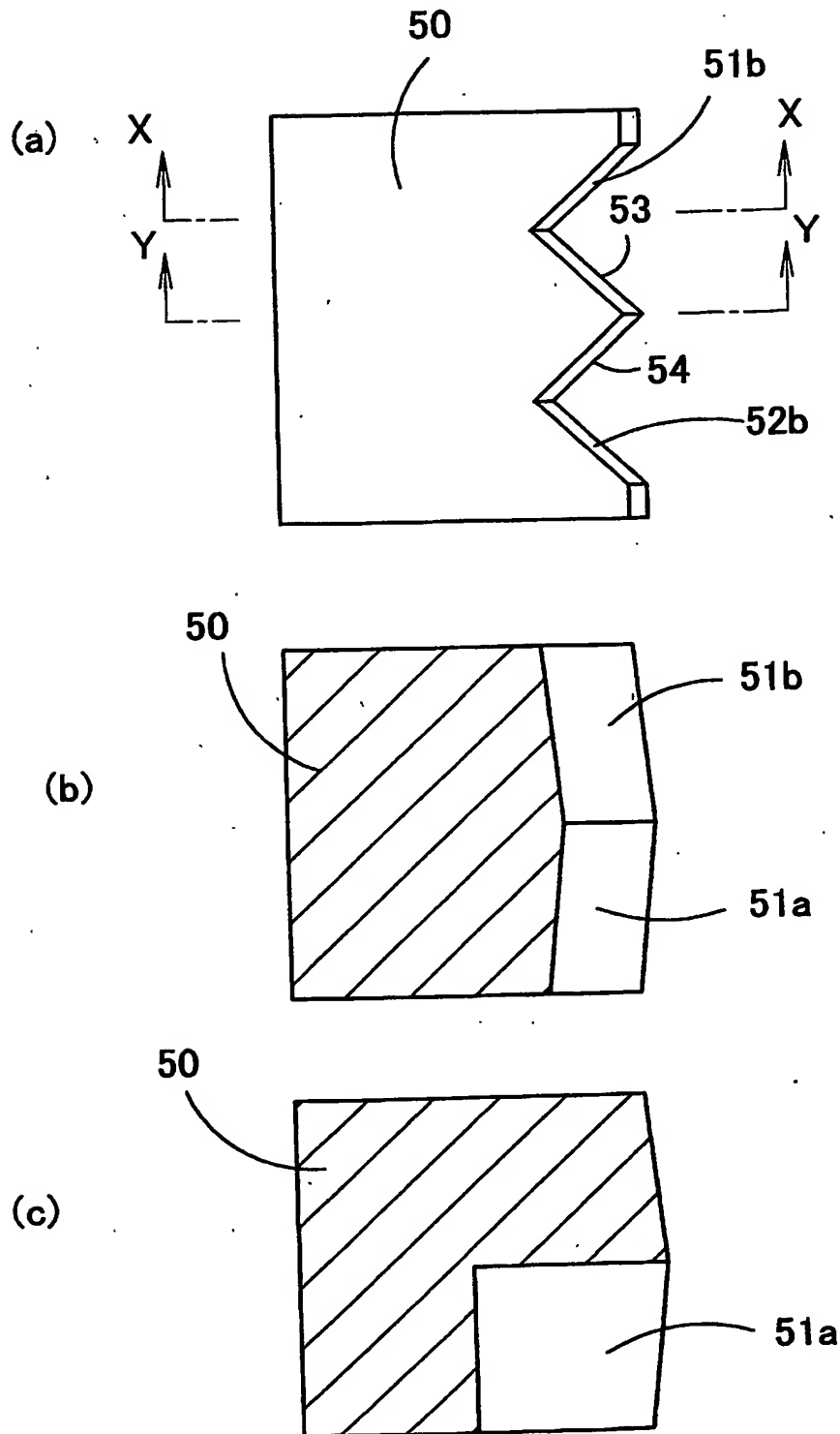
【図15】



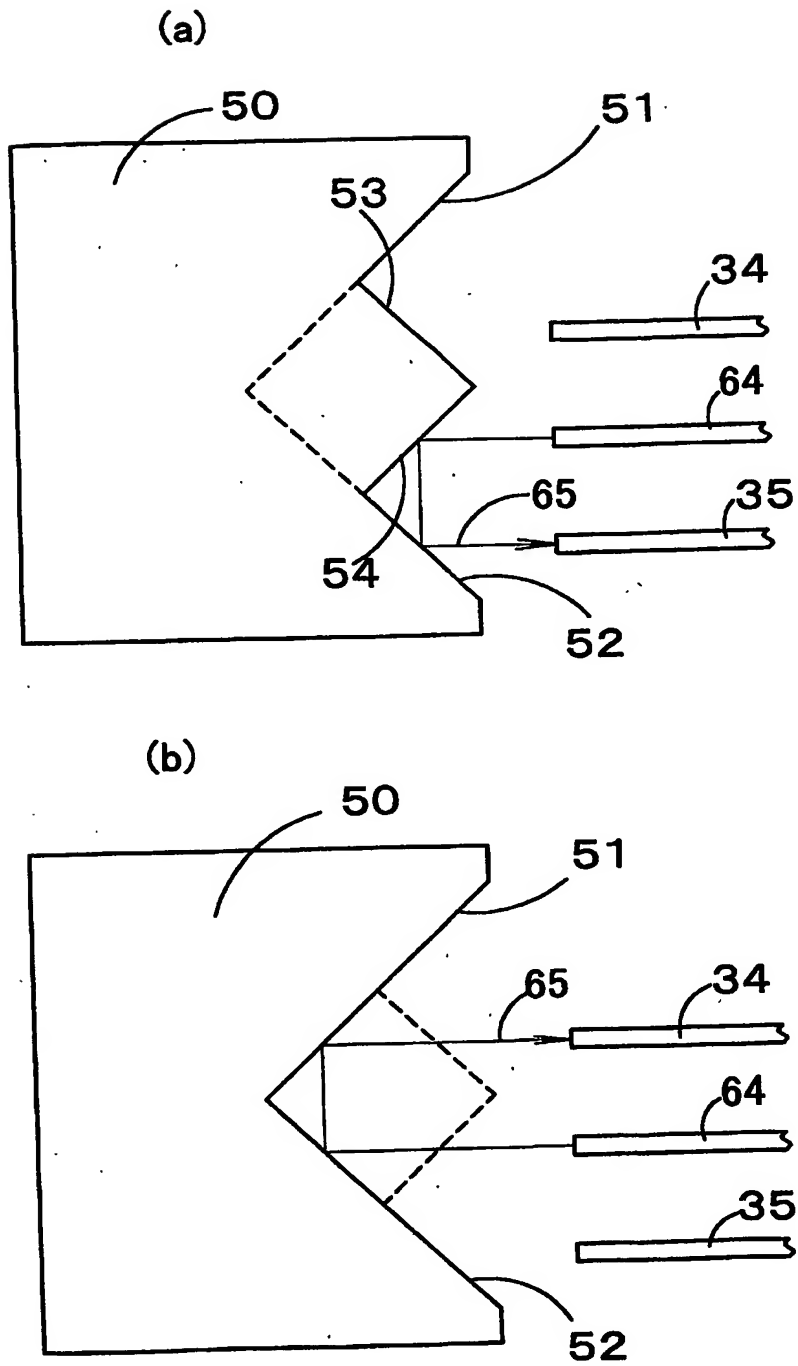
【図 16】



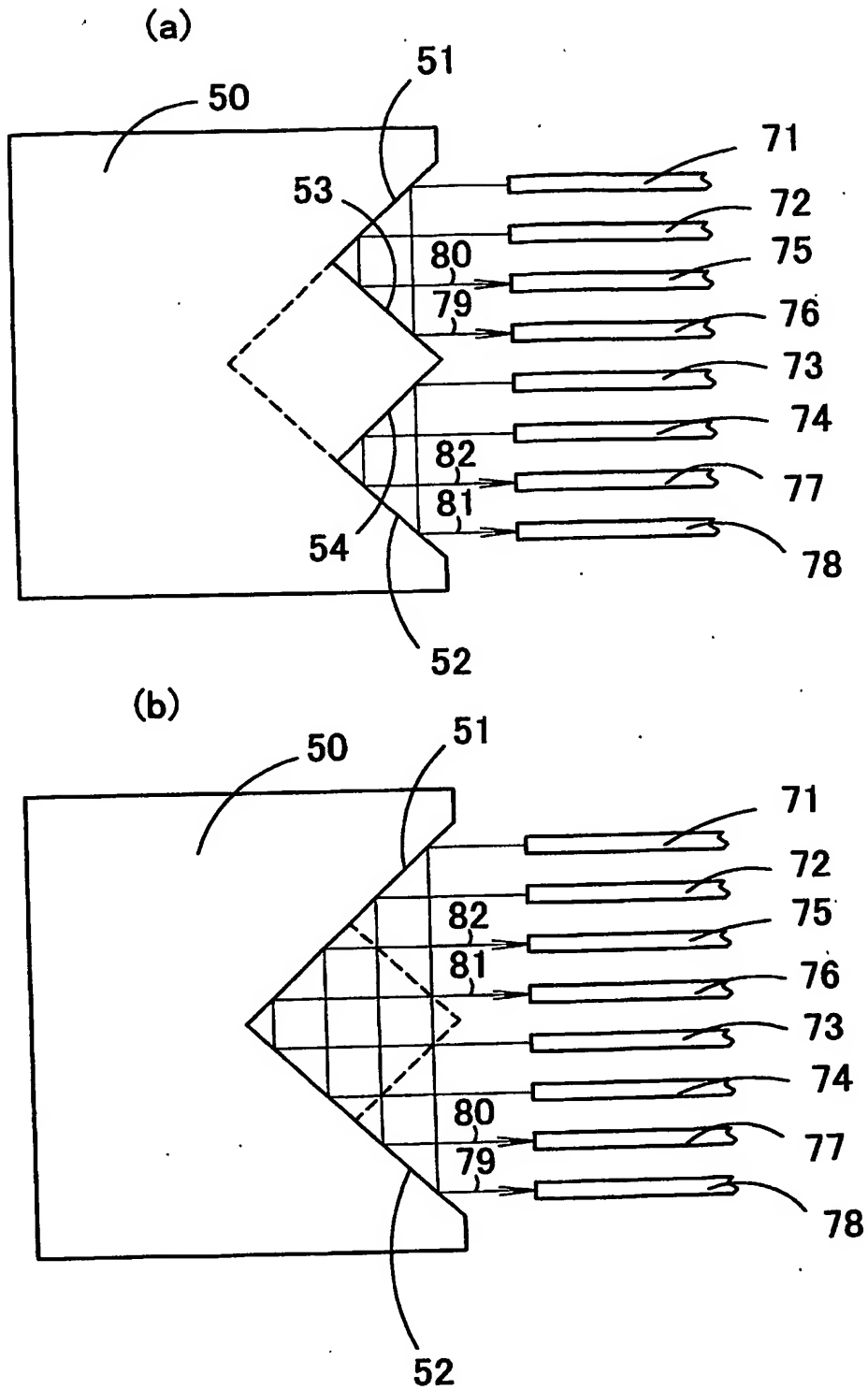
【図17】



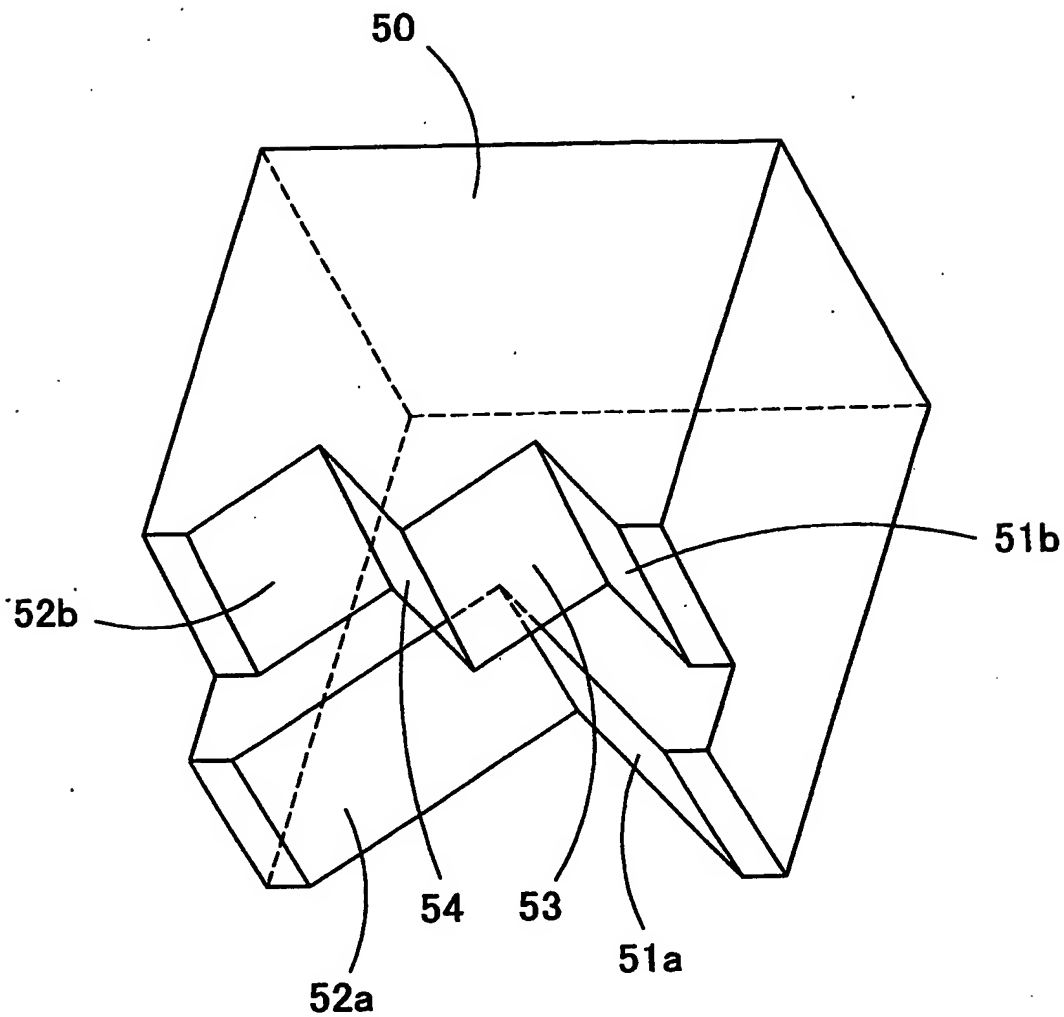
【図18】



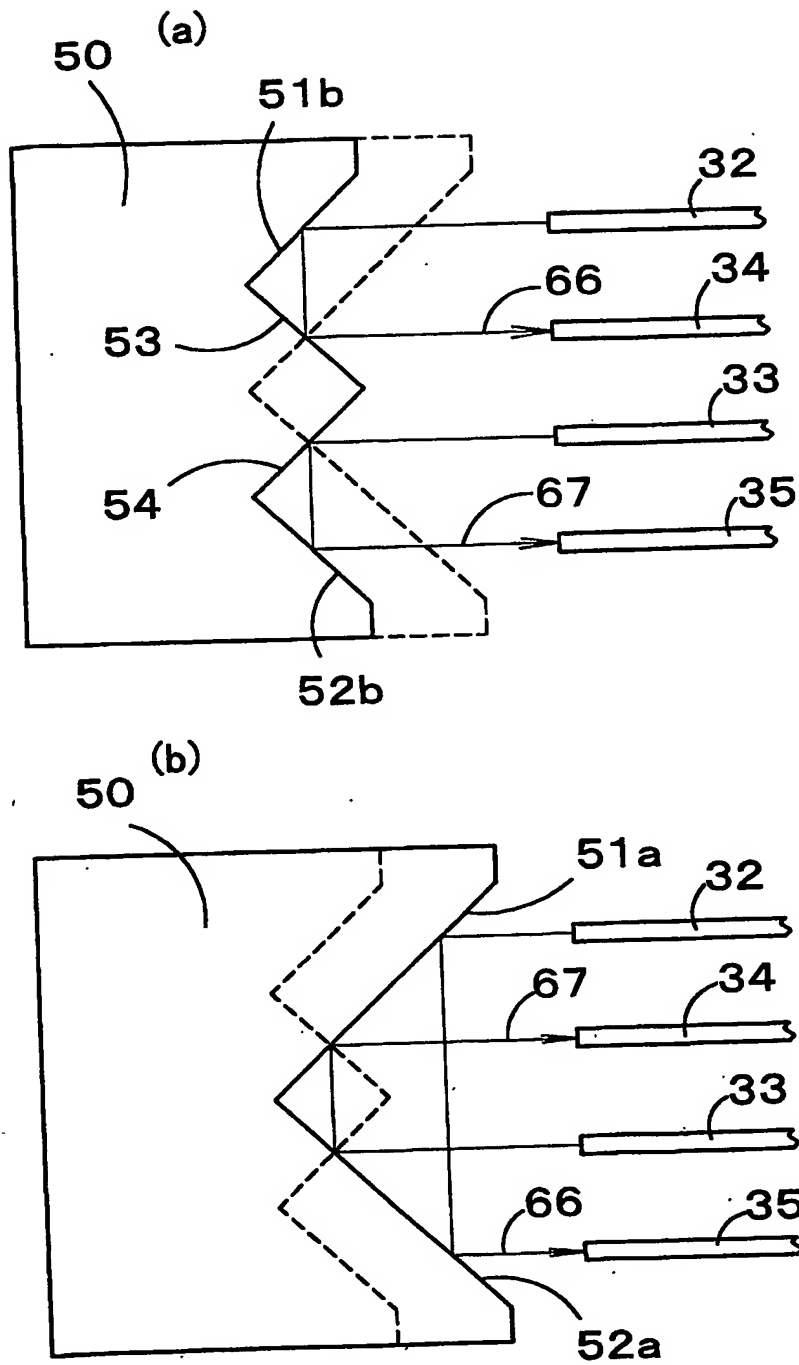
【図19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入射光路や出射光路と光反射面との軸芯合わせを簡単に行えるようにする。

【解決手段】 ミラーブロック 5 0 の下半分に互いに 9 0 度の角度をなすようにして第 1 の光反射面 5 1 及び第 2 の光反射面 5 2 を形成する。ミラーブロック 5 0 の上半分にも互いに 9 0 度の角度をなすようにして第 1 の光反射面 5 1 及び第 2 の光反射面 5 2 を形成し、第 1 の光反射面 5 1 と第 2 の光反射面 5 2 の間において互いに 9 0 度の角度をなすようにして第 3 の光反射面 5 3 及び第 4 の光反射面 5 4 を形成する。光を反射させる領域をミラーブロック 5 0 の上半分と下半分に切り替えることにより、入力用光ファイバと出力用光ファイバの結合関係を切り替える。

【選択図】 図 8

特願 2002-192368

出願人履歴情報

識別番号

[000002945]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

2000年 8月11日

住所変更

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
オムロン株式会社